

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-213828  
 (43)Date of publication of application : 11.08.1998

(51)Int.CI.

G02F 1/39  
 H01S 3/108  
 H01S 3/18

(21)Application number : 09-018218  
 (22)Date of filing : 31.01.1997

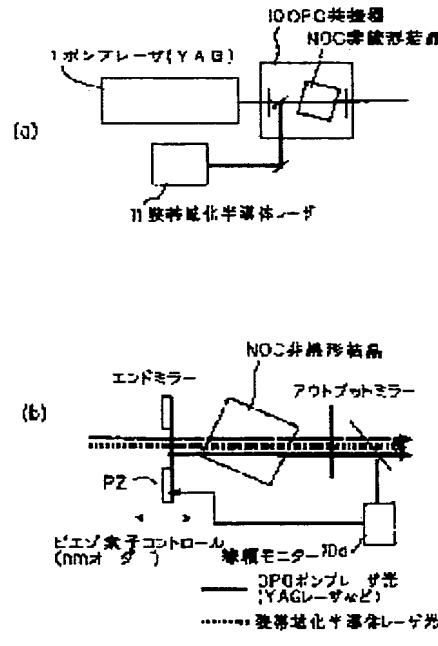
(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
 (72)Inventor : DEGUCHI YOSHIHIRO

## (54) OPTICAL PARAMETRIC OSCILLATION LASER DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To remove the complicatedness of an optical system and to relax restrictions on its use environment by making the output light of a narrow-band semiconductor laser incident on an optical parametric resonator(OPO resonator) in addition to a pump wave.

**SOLUTION:** The laser light from a pump laser 1 is inputted to the OPO resonator 10, which performs laser oscillation by utilizing the parametric effect of nonlinear crystal NOC to obtain signal light S and idler light I. In addition to the OPO resonator 10, the narrow-band semiconductor laser 11 is provided which has, for example, relaxed usable temperature variation of  $\pm 5^\circ \text{C}$  and is superior in stability. The narrow-band semiconductor laser 11 oscillates the same wavelength as the oscillation wavelength  $\lambda_2$  or  $\lambda_3$  of the signal light S or idler light I by the OPO resonator 10 and the laser light is made incident on the OPO resonator 10 to equalize the oscillation wavelength  $\lambda_2$  or  $\lambda_3$  in the resonator 10 to the wavelength of the narrow-band semiconductor laser 11, thereby narrowing down the oscillation wavelength of the OPO resonator 10.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-213828

(43)公開日 平成10年(1998)8月11日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 F 1/39  
H 0 1 S 3/108  
3/18

識別記号

F I  
G 0 2 F 1/39  
H 0 1 S 3/108  
3/18

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-18218

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(22)出願日 平成9年(1997)1月31日

(72)発明者 出口 祥啓

長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱

重工業株式会社長崎研究所内

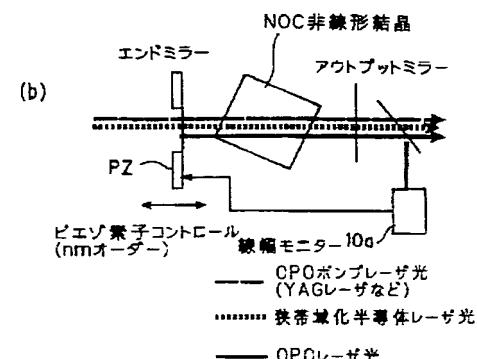
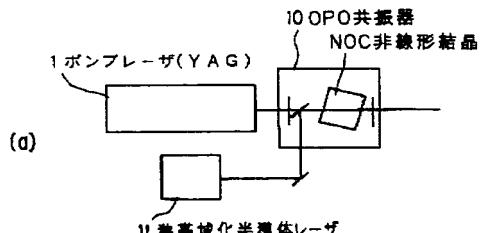
(74)代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 光パラメトリック発振レーザ装置

(57)【要約】

【課題】 光学系が複雑とならず使用環境(温度)も緩い光パラメトリック発振レーザ装置を提供する。

【解決手段】 狹帯域化半導体レーザ11の光をOPO共振器10に入射(シード)してOPO発振を狭帯域化し、またOPO共振器長を制御し、更に出力波長の異なる数種の半導体レーザ11aを取り替えるようにしたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 狹帯域化半導体レーザの出力光をポンプ波以外に光パラメトリック共振器に入射させた光パラメトリック発振レーザ装置。

【請求項2】 上記狭帯域化半導体レーザの出力光に応じて光パラメトリック共振器の共振器長を変え非線形結晶の角度を変えるようにした請求項1記載の光パラメトリック発振レーザ装置。

【請求項3】 上記狭帯域化半導体レーザでは、発振波長域の異なる材料組成の半導体を取り替えるようにした請求項1記載の光パラメトリック発振レーザ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザの発振線幅を狭くかつ波長可変とした光パラメトリック発振レーザ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 レーザ光にあってその発振線幅を狭くする（狭帯域化する）ことは、装置の分解能を向上することになり、このためレーザ光を用いた分光学の分野、光の干渉、光分解能計測の分野等で線幅の狭いレーザ光の出現が要望されている。例えば、分光学の分野では、レーザの発振線幅を狭くすることにより、原子や分子のエネルギー構造を正確に把握することができることになる。

【0003】 一方、非線形結晶を利用した光パラメトリック発振を利用してレーザ光の波長を変化させる技術がある。光パラメトリック発振（以下OPO：Optical Parametric Oscillationと称す）は、図7に示すように单一波長 $\lambda_1$ のレーザ光（ポンプ波P）をBBO（ $\beta$ -BaB<sub>2</sub>O<sub>4</sub>：ベータバリウムボレート）等の非線形結晶NOCに入射すると、エネルギーが保存される形で二つの波長（ $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ ）の光が発生することであり、 $\lambda_2 < \lambda_3$ とするとき波長 $\lambda_2$ をシグナル光S、波長 $\lambda_3$ をアイドラー光Iと呼んでいる。このシグナル光S及びアイドラー光Iを増幅するようにレーザ共振器を構成することにより、波長 $\lambda_1$ のポンプ波Pから波長 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ の光S、Iを発生することが可能となる。この場合、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ には次の関係式が存在する。

$$1/\lambda_1 = 1/\lambda_2 + 1/\lambda_3$$

この式を充足する $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ は位相整合過程により決定され、具体的には入射レーザ光Pに対する非線形結晶NOCの角度によって決まる。

【0004】 このようなOPOレーザ装置にあって、ライン線幅を狭くする狭帯域化OPOレーザ装置については、図8に示すようなものがある。図8（a）は装置の簡略構成図、図8（b）は図8（a）のうち狭帯域化共振器の光路と構造を示す図である。この図から判明するようにポンプレーザ1のレーザ光をOPOレーザ装置である狭帯域化共振器2に入射してライン幅の狭いレーザ光を発振させ、そのレーザ光を別のOPOレーザ装置で

あるアンプ共振器3にて増幅するものであり、狭帯域化共振器2では共振器の一端にグレーティングdgを配置してグレーティングdgの角度調整によって選択された線幅の狭い光のみ増幅されるものである。この場合、波長の変化に応じて狭帯域化共振器2及びアンプ共振器3双方の非線形結晶NOCの角度調整も必要となる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 図8に示す如く従来では狭帯域化のためのOPO発振器と増幅のためのOPO発振器とを組み合せており、グレーティングの調整及び2個の非線形結晶の角度調整を同期させて行なう必要が生じ、光学系の制御及び操作が複雑になる。また、狭帯域化につきOPO共振器を用いているため、ポンプレーザ1と共振器全体とのユニットにつき温度を安定させる必要が生じるが、大きなユニットにて温度コントロールが困難であり、逆に言えば使用環境（特に温度）制限を非常に厳しくする必要がある。具体的には使用可能な温度変化は±2°Cに限られる。

【0006】 本発明は、上述の問題に鑑み、光学系の複雑さを除き使用環境を緩くするようにした光パラメトリック発振レーザ装置の提供を目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上述の目的を達成するため本発明は、次の発明特定事項を有する。

（1） 狹帯域化半導体レーザの出力光をポンプ波以外に光パラメトリック共振器に入射させたことを特徴とする。

（2） 上記（1）において、上記狭帯域化半導体レーザの出力光に応じて光パラメトリック共振器の共振器長を変え非線形結晶の角度を変えるようにしたことを特徴とする。

（3） 上記（1）において、上記狭帯域化半導体レーザでは、発振波長域の異なる材料組成の半導体を取り替えるようにしたことを特徴とする。

## 【0008】

【発明の実施の形態】 ここで、本発明の実施の形態を図1～図6を参照して説明する。図1は、一例の簡略構成（a）と光路説明（b）とを示しており、ポンプレーザ（YAGレーザ等）1からのレーザ光がOPO共振器1内に入力され、このOPO共振器10では非線形結晶NOCのパラメトリック効果を利用してレーザ発振を行なわせ、シグナル光S及びアイドラー光Iを得る。

【0009】 他方、OPO共振器10とは別に例えば使用可能な温度変化が±5°Cと緩くて安定性に優れた狭帯域化半導体レーザ11が備えられる。この狭帯域化半導体レーザ11は、図2に示すように半導体レーザ11aの外側に共振器を有し、一端にグレーティング11dgを設置しており、このグレーティング11dgの单一波長を入射方向に反射させるという現象を利用して入射光に対するグレーティング角度を変化させることにより反

射光の波長を変化させることができる。また、半導体レーザ11aは構造上小形化することができるので、狭帯域化半導体レーザ11全体を温度調節して室温の変化に對して影響を受けにくくすることが簡単にできしかも低コストにできる。

【0010】狭帯域化半導体レーザ11によりOPO共振器10によるシグナル光S又はアイドラー光Iの発振波長 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ と同一波長を発振させ、そのレーザ光をOPO共振器10に入射（シード）することにより、図3に示すようにこの共振器10内の発振波長 $\lambda_2$ 又は $\lambda_3$ を狭帯域化半導体レーザ11の波長に一致させることができ、OPO共振器10の発振波長を狭帯域化することができる。

【0011】なお、狭帯域化半導体レーザ11のレーザ光線幅は非常に狭い（例えば $0.01\text{ cm}^{-1}$ 以下）ため、この狭帯域化半導体レーザ11の波長にOPO共振器10の発振出力を同調させるためOPO共振器10の共振器長を制御することが必要であり、このため、図1（b）に示すようにピエゾ素子PZを使用して共振器長を変化させOPO共振器10の発振波長の安定と狭帯域化の維持が図られる。具体的には、図1（b）の如くOPO共振器10に線幅モニタ10aを備え、このモニタ10aの線幅に対応させてエンドミラーに備えられたピエゾ素子PZの印加電圧を変えエンドミラー位置を微少（nmオーダ）に変化させるものである。

【0012】また、OPO共振器10の発振波長の狭帯域化に伴って非線形結晶NOCの同調も必要であり、実際にOPO共振器10の発振モードの狭帯域化を維持するように発振器長がピエゾ素子PZにより制御されつつ、狭帯域化半導体レーザ11の波長と非線形結晶NOCの角度とが同調されることになる。

【0013】更に、波長を変化するに当っては、狭帯域化半導体レーザ11のグレーティング11d gの角度を変え、これによって得られた波長と非線形結晶NOCの角度を同期させて制御し、狭帯域化を維持するようにOPO共振器10の共振器長をピエゾ素子PZを用いて制御することになる。

【0014】本発明の狭帯域化半導体レーザ11では、更に広範囲な発振波長を得ることができる。すなわち、図4に示すように半導体レーザの材料組成の変更によって発振波長域が変更する。図4において、InGaAlPは $\alpha$ の範囲、AlGaAs/GaAsは $\beta$ の範囲、InGaAsは $\gamma$ の範囲、InGaAsPは $\delta$ の範囲の波長域を探る。したがって、この材料組成の異なる種類の半導体レーザを取り替えることにより、広範囲な波長域での狭帯域発振が可能となる。この結果、半導体の組成変化により、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ の広範囲な発振が可能となり、しかもグレーティング等の角度調節にて微調整波長

変化が可能となり、そして狭帯域発振波長を得ることができる。

【0015】図5、図6は、OPO共振器10の構造例を示しており、図5は直線型の共振器構造、図6は図5に比べて小型化でき安定性に優れるリング型の共振器構造を示す。

### 【0016】

【発明の効果】以上説明したように、まず第1に狭帯域化半導体レーザの出力光をポンプ波以外に光パラメトリック共振器に入射させることにより、狭帯域化半導体レーザ単体にて狭帯域発振を行なうため、従来のOPOを用いた場合とは異なりパルスポンプ光の影響を受けにくくコンパクト化が図れ、また狭帯域化半導体レーザとOPO共振器とは別々に制御されるため、従来法のような精密に同期した作動が不要となり、安定したレーザ発振が得られ、また、狭帯域化半導体レーザ自体安定性に優れ、広い使用環境（緩和した温度条件）にて使用可能となる。

【0017】更に、第2に狭帯域化半導体レーザの出力光に応じて光パラメトリック共振器の共振器長を変え非線形結晶の角度を変えるようにしたことにより、従来法のような精密な同期制御は必要なくて、簡易な調整が可能となる。

【0018】また、第3に狭帯域化半導体レーザでは、発振波長域の異なる材料組成の半導体を取り替えるようにしたことにより、広範囲の波長域での発振が可能となる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例の構成と共振器構造図。

【図2】狭帯域化半導体レーザの簡略構成図。

【図3】ポンプ波とシグナル光及びアイドラー光の関係を示す原理図。

【図4】材料組成と発振波長との関係図。

【図5】直線型の共振構造図。

【図6】リング型の共振構造図。

【図7】パラメトリック発振の原理図。

【図8】従来例の全体構成と狭帯域化共振器構造図。

### 【符号の説明】

1 ポンプレーザ

10 OPO共振器

11 狹帯域化半導体レーザ

11a 半導体レーザ

11d g グレーティング

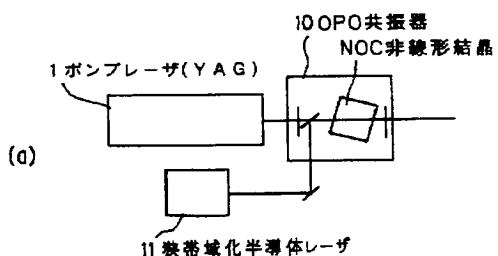
NOC 非線形結晶

PZ ピエゾ素子

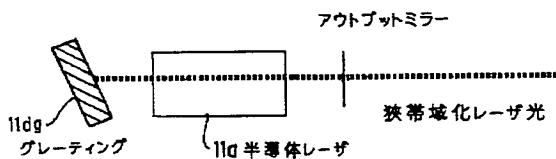
S シグナル光

I アイドラー光

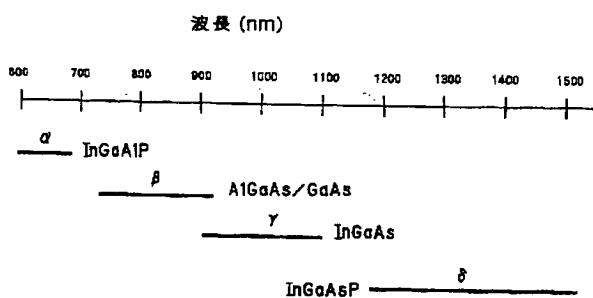
【図1】



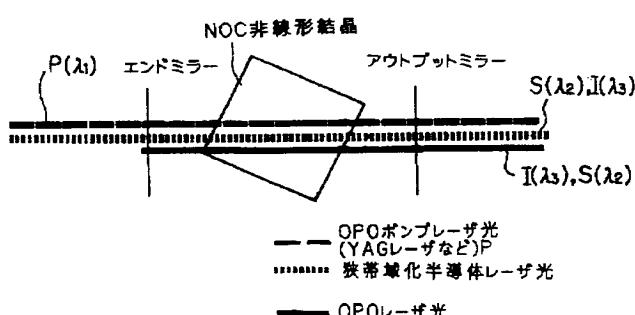
【図2】



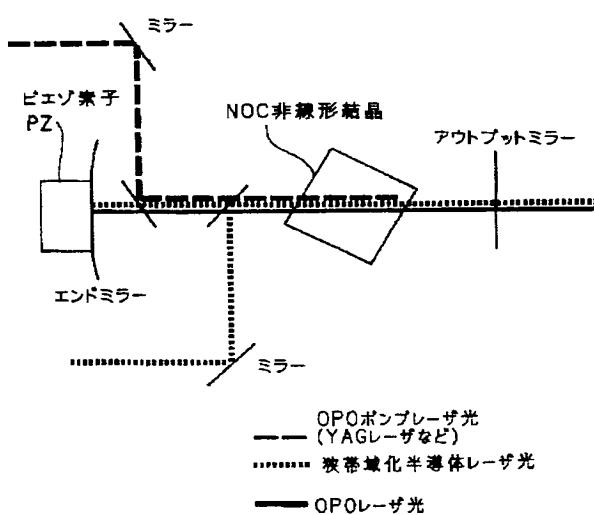
【図4】



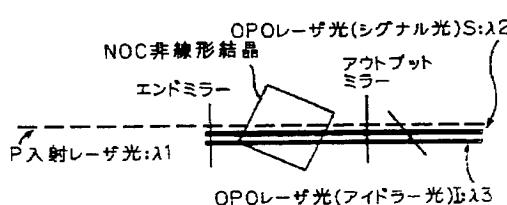
【図3】



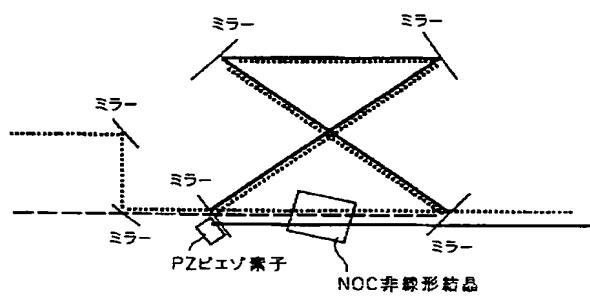
【図5】



【図7】

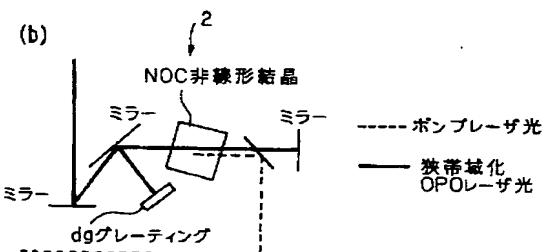
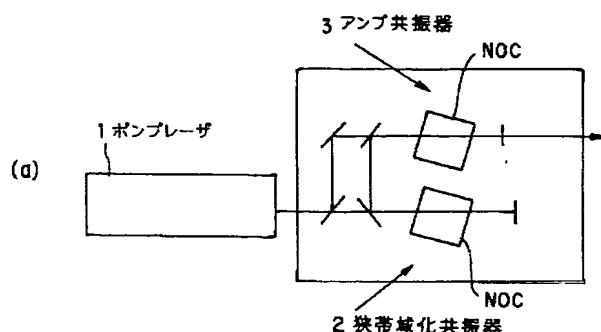


【図6】



—— OPOポンプレーザ光(YAGレーザなど)  
 ..... 狹帯域化半導体レーザ光  
 —— OPOレーザ光

【図8】



狭帯域化共振器構造の一例

THIS PAGE BLANK (USPTO)